

# МОДИФИЦИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ МЕЛКОДИСПЕРСНЫМИ ТУГОПЛАВКИМИ ЧАСТИЦАМИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

**А.Ю. Голиков, Е.Д. Головин, Т.И. Савенко Т.И., Кузнецов В.А.,  
Черепанов А.Н.**

*Руководитель: д.т.н., проф А.А. Батаев*

Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск,  
golikov.alexander@yandex.ru

Литейные процессы являются одними из наиболее важных и основополагающих технологических процессов. От качества получаемых отливок зависят эксплуатационные характеристики множества машин, механизмов и ответственных машиностроительных конструкций. По этой причине, повышение качества литого металла является актуальной научно-практической задачей.

Широко применяемым методом повышения качества отливок является модифицирование металлов и сплавов различными добавками, влияющими на процесс кристаллизации отливки. На сегодняшний день специалистами выполняется большой объем исследований по данной тематике.

Совершенствование методов изготовления наноразмерных порошков привело к появлению нового направления исследований в области модифицирования. Наноразмерные порошки имеют отличные от массивного состояния вещества свойства. По этой причине в настоящее время ведется большое число исследований по влиянию нанодисперсных частиц на кристаллизацию расплава.

В работе представлен анализ экспериментальных исследований по модифицированию чистого алюминия различными добавками (таблица 1).

Таблица 1. Состав модифицирующих добавок.

Отливка №1	Отливка №2	Отливка №3	Отливка №4	Отливка №5	Отливка №6
без добавок	промышленный модификатор $K_2ZrF_6$	наноразмерный порошок $TiCN+Cu$	наноразмерный порошок $TiC+Cu$	лигатура $TiCN+Cu$	лигатура $Al-Mg-Zr-B$

Алюминий плавился в индукционной печи при наведении активного покровного флюса NaF. Перед заливкой металл сливали в графитовый ковш, на дне которого находился модификатор, составляющий по массе 0,2% от заливаемой в ковш порции металла. Заливка производилась в песчаные формы при температуре металла 740<sup>0</sup>С.

В общей сложности было получено 6 отливок, из которых были изготовлены цилиндрические образцы на растяжение, а также шлифы для структурных исследований.

Применение модификаторов приводит к измельчению структуры металла на несколько порядков. Структура немодифицированного алюминия имеет исключительно дендритный характер – вся площадь шлифа представляет собой вытянутые в сторону центра отливки дендриты.

Анализ микроструктуры модифицированных отливок показывает наличие в металле двух типов кристаллов – дендритных и полиэдрических. Для модифицированных отливок соотношение этих кристаллов незначительно отличается, в целом же структуры модифицированных отливок весьма схожи.

Добавки всех модификаторов привели к повышению предела прочности литого металла (рисунок 1). При этом уровень предела текучести остался одинаковым для всех отливок. Наибольшее значение предела прочности показали отливки, модифицированные порошком  $\text{TiCN}+\text{Cu}$ , и кусковой лигатурой  $\text{Al-Mg-Zr-B}$ . Однако, добавки оказали разное воздействие на пластичность алюминия. Наибольшее значение пластичности имеет отливка, модифицированная кусковой лигатурой  $\text{Al-Mg-Zr-B}$ . Близкий уровень пластичности показал материал с добавками промышленного модификатора  $\text{K}_2\text{ZrF}_6$ . Росту пластичности способствует также порошковый модификатор  $\text{TiCN}+\text{Cu}$ , однако, в этом случае величина относительного удлинения меньше, чем у алюминия, обработанного промышленным модификатором  $\text{K}_2\text{ZrF}_6$ .

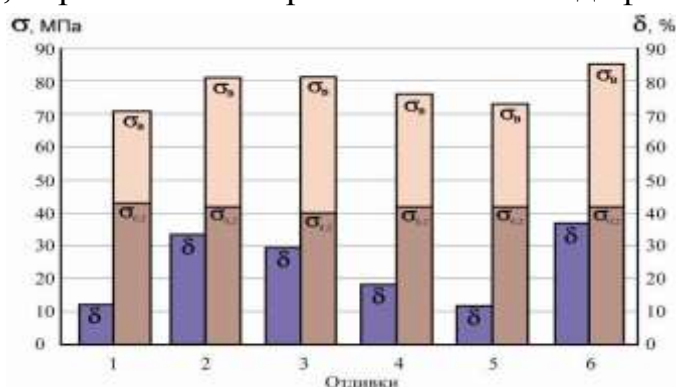


Рисунок 1. Результаты испытаний на растяжение, нумерация соответствует таблице 1.

По результатам проведенных исследований можно сделать выводы о том, что модифицирование чистого алюминия добавками нанопорошков  $\text{TiCN}+\text{Cu}$ ,  $\text{TiC}+\text{Cu}$ , и лигатурами  $\text{TiCN}+\text{Cu}$  и  $\text{Al-Mg-Zr-B}$  приводит к измельчению структуры литого алюминия, а также повышает предел прочности металла до уровня, достигаемого при использовании промышленного модификатора  $\text{K}_2\text{ZrF}_6$ . Помимо повышения предела прочности, модифицирование расплава порошком  $\text{TiCN}+\text{Cu}$  и лигатурой  $\text{Al-Mg-Zr-B}$  приводит к повышению относительного удлинения образцов.